

“KernelSizeTuningGuide”

Numerical examination result (and tips)

Oct 27th, 2006

IKEDA, Munehiro

m-ikeda@ds.jp.nec.com



- **背景**
 - **今回の実行項目**
 - **各Config項目ごとの検証**
 - 検証対象・条件
 - 検証結果
 - **カーネル全体での検証**
 - 検証対象・条件
 - 検証結果
 - **今後の予定**
-
- Appendix 1 : 検証対象Config項目とサイズ・RAM使用量への影響一覧
 - Appendix 2 : default/small config-set
 - Appendix 3 : Tips



背景 (Background)

- 私がこれまで行ってきたこと :
KconfigSize tool
<http://tree.celinuxforum.org/CelfPubWiki/KernelConfigWeight>
 - Config項目の静的サイズ・RAM使用量への影響を自動測定するためのツール。
- CELF Public Wiki :
"Linux Kernel Size Configuration Guide"
<http://tree.celinuxforum.org/CelfPubWiki/KernelSizeTuningGuide>
 - カーネルの静的サイズ・RAM使用量を最小化するための情報をまとめたページ。Mr. Birdが作成。
 - 「4.3 Kernel Configuration Options」に、カーネルサイズを小さくするために「効く」Config項目の一覧表あり。
(Config項目はLinux-Tinyによって追加されたものも含む)
 - Linux-Tiny ... カーネルサイズを縮小するためのパッチ集
 - 表には各項目の「default」と「small」設定が記載されている。
 - small ... サイズ縮小のためのお勧め設定

➔ KconfigSizeツールを使えば、default と small の差分を数値化できる。



今回の実行項目 (Examination scope)

- “Linux Kernel Size Configuration Guide”
「4.3 Kernel Configuration Options」に具体的な数値情報を加える
 - 各Config項目のサイズおよびRAM使用量への影響を検証する
 - 各Config項目を default 設定から small 設定にすると、カーネル静的サイズはどれだけ小さくなるか
 - 同じくカーネルのRAM使用量はどれだけ削減できるか
 - カーネル全体でのサイズおよびRAM使用量を検証する
以下の条件の組み合わせで4種類のカーネルを測定する
 - カーネルソース : vanilla ソース / Linux-Tiny 適用ソース
 - Config-set : “default” / “small”
- * 「RAM使用量」は、カーネル起動直後(ユーザーランド起動直前)にBUDDYが使用中と認識しているメモリ量を測定する。
ただし測定値がばらつくため参考扱い。



- 検証対象Config項目

- “Linux Kernel Size Configuration Guide”
「4.3 Kernel Configuration Options」の項目。
ただし以下を調整。
 - Configシンボル名が変更されたものは新しいシンボル名に変更。
 - Config項目がなくなっているものは対象から除外。
 - =yでコンパイルエラーの項目は対象から除外。
 - サイズへの影響が大きいと推測される数項目を追加。

➔対象Config項目は41項目

*（項目のリストは「Appendix 1」を参照）

- 環境

- Kernel 2.6.16.19 + Linux-Tiny patches
- arch : i386
- RAM使用量測定プラットフォーム : qemu 0.6.2, mem=128MB
(on Pentium IV 3.4GHz, mem=1.0GB)
- gcc 3.3.5
- binutils 2.15



• 静的サイズへの影響

– bzImage サイズに10KB以上の削減効果があるのは下表の15項目。

* 全結果は「Appendix 1」を参照。

CONFIG option	setting		vanilla /tiny	difference[byte]		note
	from	to		vmLinux	bzImage	
CONFIG_PCI	Y	N	vanilla	-1,217,753	-463,200	
CONFIG_CC_OPTIMIZE_FOR_SIZE	N	Y	vanilla	-487,424	-167,904	
CONFIG_PRINTK	Y	N	vanilla	-365,530	-142,176	introduced from tiny
CONFIG_KALLSYMS	Y	N	vanilla	-235,189	-130,592	
CONFIG_SCSI	Y	N	vanilla	-284,965	-114,720	
CONFIG_IDE	Y	N	vanilla	-175,576	-69,568	
CONFIG_SMP	Y	N	vanilla	-177,845	-64,064	
CONFIG_MODULES	Y	N	vanilla	-369,445	-44,608	
CONFIG_NFS_FS	Y	N	vanilla	-63,186	-28,384	
CONFIG_SYSCTL	Y	N	vanilla	-84,593	-28,000	
CONFIG_NFSD	Y	N	vanilla	-56,816	-24,256	
CONFIG_BUG	Y	N	vanilla	-43,287	-14,848	introduced from tiny
CONFIG_SYSVIPC	Y	N	vanilla	-27,365	-12,640	
CONFIG_SWAP	Y	N	vanilla	-19,266	-11,136	
CONFIG_XATTR	Y	N	tiny	-21,517	-10,816	see “Tips”



- RAM使用量への影響（参考）

- RAM使用量の削減効果が100KB以上あるのは下表の12項目。

- * 全結果は「Appendix 1」を参照。

CONFIG option	setting		vanilla /tiny	difference[byte] used mem	note
	from	to			
CONFIG_NFSD	Y	N	vanilla	-454,656	
CONFIG_SCSI	Y	N	vanilla	-315,392	
CONFIG_PCI	Y	N	vanilla	-249,856	
CONFIG_NR_LDISCS	16	2	tiny	-163,840	
CONFIG_UID16	Y	N	vanilla	-163,840	
CONFIG_BLK_DEV_LOOP	Y	N	vanilla	-163,840	
CONFIG_KMOD	Y	N	vanilla	-159,744	
CONFIG_MODULES	Y	N	vanilla	-147,456	
CONFIG_IOSCHED_DEADLINE	Y	N	vanilla	-147,456	
CONFIG_MAX_USER_RT_PRIO	100	5	tiny	-143,360	
CONFIG_IP_PNP_RARP	Y	N	vanilla	-135,168	
CONFIG_AUDIT_BOOTMEM	Y	N	tiny	-135,168	

- * 今回は対象外だが、以前行った検証から CONFIG_MEMPOOL(mempool-shrink.patch) は大きくRAM使用量を削減することが分かっている。



カーネル全体の検証：検証対象・条件 (Kernel overall : targets and conditions)

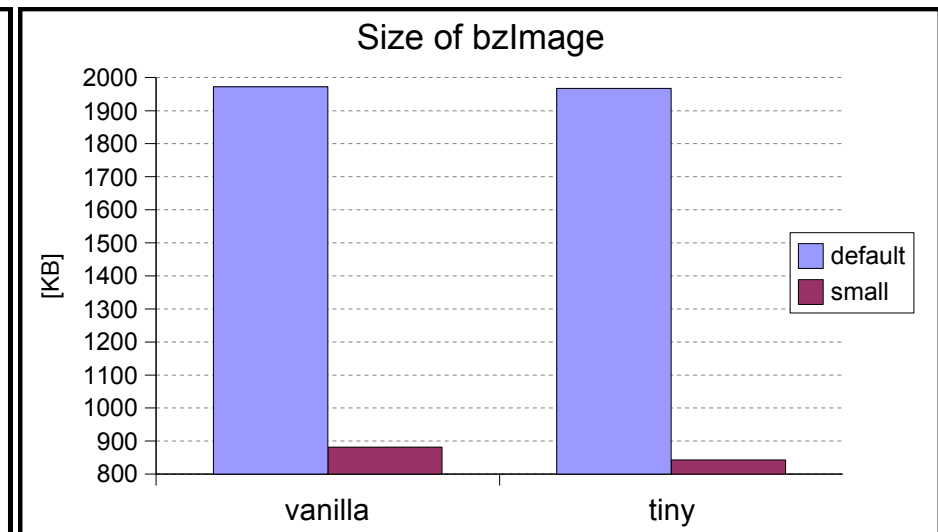
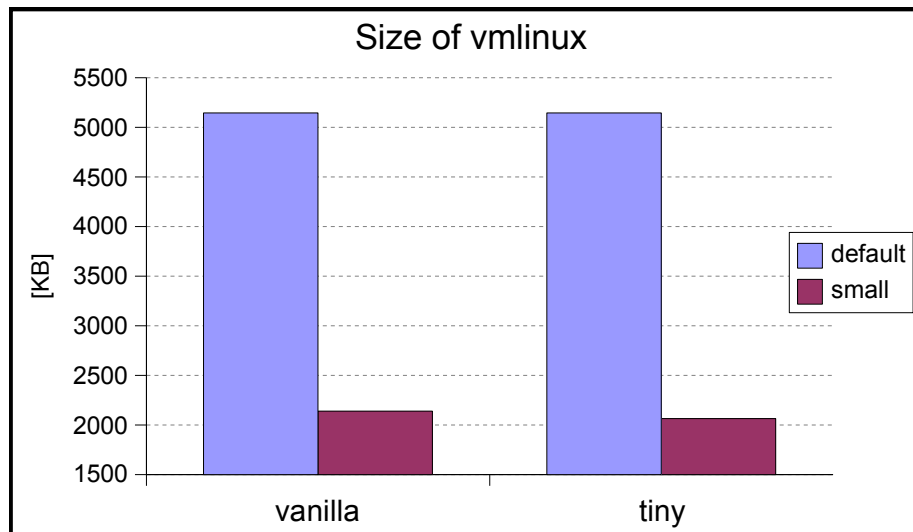
- 検証対象カーネル：
ソース2種、config-set 2種の組み合わせで計4種類
 - カーネルソース
 - vanilla: kernel.org のソース
 - tiny : vanilla にLinux-Tiny を適用したソース
 - config-set
 - “default”
 - i386 の defconfig から以下を修正
 - » =m を全て =y に変更
... vmlinux/bzImage のサイズを測定するため
 - » CONFIG_SERIAL_8250_CONSOLE=y
... RAM使用量測定にシリアルコンソールを使用するため
 - “small”
 - “default”を元にして、「各Config項目の影響」で検証対象としたConfig項目をサイズが小さくなる方にセット
- * 各 config-set の詳細は「Appendix 2」を参照。
- 環境：各Config項目の影響検証と同じ（P5参照）



カーネル全体の検証：検証結果 (Kernel overall : examination result) (1)

• 静的サイズ

- vanilla (bzImage)
 - default : 2.0MB ⇒ small : 900KB
- tiny (bzImage)
 - default : 2.0MB ⇒ small : 860KB



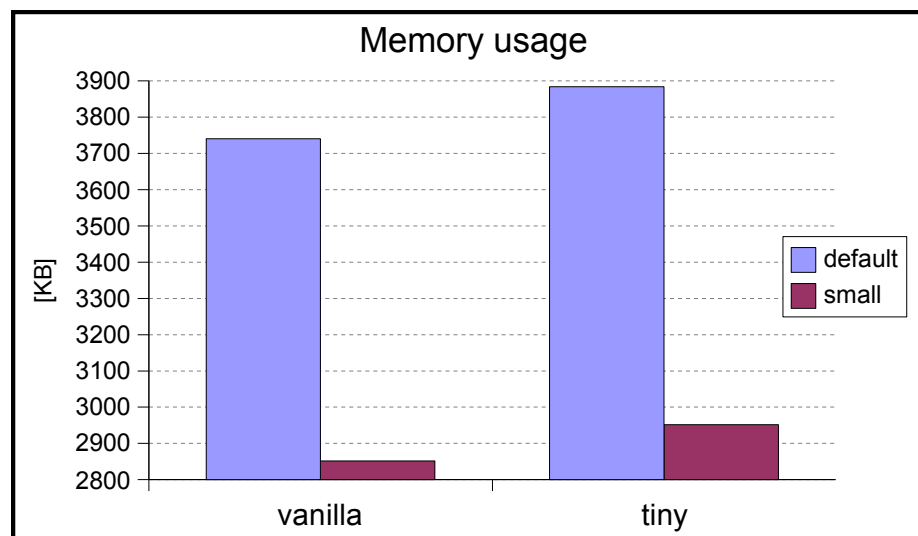
Kernel static size[BYTE]

kernel	config-set	vmlinux	bzImage	\$(size vlinux)		
				text	data	bss
vanilla	default	5,267,762	2,019,678	3,606,842	561,724	186,972
	small	2,190,346	903,209	1,547,095	159,976	64,276
tiny	default	5,267,871	2,014,684	3,603,061	562,236	185,788
	small	2,112,179	863,484	1,478,058	159,836	57,844



カーネル全体の検証：検証結果 (Kernel overall : examination result) (2)

- RAM使用量（参考）
 - vanilla (used mem)
 - default : 3.8MB ⇒ small : 2.9MB
 - tiny (used mem)
 - default : 4.0MB ⇒ small : 3.0MB



RAM usage [BYTE]

kenrel	config-set	used	free	total
vanilla	default	3,829,760	124,260,352	128,090,112
	small(+)	2,920,448	127,713,280	130,633,728
tiny	default	3,977,216	124,112,896	128,090,112
	small(+)	3,022,848	127,692,800	130,715,648

* small(+) ... “small” + CONFIG_PRINTK=y, CONFIG_IDE=y
necessary for booting and measurement on our environment.



今後の予定 (Further works)

- 今回の検証データをWiKiにアップ
- データの拡充
 - 他のカーネルバージョン
 - i386以外のアーキテクチャ
 - 今回対象外のConfig項目
- CELF Test Lab. で自動検証できるようにしたい
- ツールは若干改善の余地あり



Appendix 1 : 検証対象Config項目とサイズ・RAM使用量への影響一覧 (Target config-items and effects) (1/3)

CONFIG option	setting		difference[byte]			note
	from	to	vmlinux	bzImage	used mem	
CONFIG_BASE_FULL	Y	N	-4096	-32	-16384	changed from CONFIG_CORE_SMALL (which was for 2.6.10 in core-small.patch)
CONFIG_NET_SMALL	N	Y	0	32	16384	
CONFIG_KMALLOC_ACCOUNTING	N	N	-	-	-	compilation failure when enabled (mm/slab.c : __do_kmalloc()) kmem_cache has no member of "cs_size"
CONFIG_AUDIT_BOOTMEM	Y	N	0	-128	-135168	
CONFIG_MEASURE_INLINES	Y	N	0	0	0	changed from CONFIG_DEPRECATED_INLINES (typo?)
CONFIG_PRINTK	Y	N	-365530	-142176	-	mem measurement uses printk
CONFIG_BUG	Y	N	-43287	-14848	12288	
CONFIG_ELF_CORE	Y	N	-4424	-2880	-8192	
CONFIG_PROC_KCORE	Y	N	-4467	-3328	20480	
CONFIG_AIO	Y	N	-9329	-7328	-16384	
CONFIG_XATTR	Y	N	-21517	-10816	77824	see "Tips"
CONFIG_FILE_LOCKING	Y	Y	-	-	-	compilation failure (see "Tips")
CONFIG_DIRECTIO	-	-	-	-	-	obsolete (was 2.6.10 in direct-io- core.patch)
CONFIG_MAX_SWAPFILES_SHIFT	5	0	0	-96	-4096	



Appendix 1 : 検証対象Config項目とサイズ・RAM使用量への影響一覧 (Target config-items and effects) (2/3)

(cont'd)

CONFIG option	setting		difference[byte]			note
	from	to	vmlinux	bzImage	used mem	
CONFIG_KALLSYMS	Y	N	-235189	-130592	-4096	
CONFIG_SHMEM	Y	N	-14233	-7360	-12288	
CONFIG_SWAP	Y	N	-19266	-11136	8192	
CONFIG_SYSVIPC	Y	N	-27365	-12640	-4096	changed from CONFIG_SYSV_IPC (typo?)
CONFIG_POSIX_MQUEUE	Y	N	-9681	-3936	-4096	
CONFIG_SYSCTL	Y	N	-84593	-28000	-57344	
CONFIG_LOG_BUF_SHIFT	15	12	0	32	20480	see “Tips”
CONFIG_UID16	Y	N	-4408	-3040	-163840	
CONFIG_CC_OPTIMIZE_FOR_SIZE	N	Y	-487424	-167904	12288	
CONFIG_MODULES	Y	N	-369445	-44608	-147456	
CONFIG_KMOD	Y	N	-4959	-4128	-159744	
CONFIG_PCI	Y	N	-1217753	-463200	-249856	
CONFIG_XIP_KERNEL	-	-	-	-	-	not supported for i386 (arch depend)
CONFIG_MAX_RESERVE_AREA	-	-	-	-	-	?? (arch depend?)
CONFIG_BLK_DEV_LOOP	Y	N	-14292	-7488	-163840	
CONFIG_BLK_DEV_RAM	Y	N	-10237	-4512	-40960	
CONFIG_BLK_DEV_RAM_COUNT	16	2	0	-32	-28672	



Appendix 1 : 検証対象Config項目とサイズ・RAM使用量への影響一覧 (Target config-items and effects) (3/3)

(cont'd)

CONFIG option	setting		difference[byte]			note
	from	to	vmlinux	bzImage	used mem	
CONFIG_IOSCHED_AS	Y	N	-10982	-7680	-8192	
CONFIG_IOSCHED_DEADLINE	Y	N	-6107	-3008	-147456	
CONFIG_IOSCHED_CFQ	Y	N	-12393	-6880	-28672	
CONFIG_IP_PNP	Y	N	-14156	-7168	-16384	
CONFIG_IP_PNP_DHCP	Y	N	-101	-224	-4096	
CONFIG_IP_PNP_BOOTP	Y	N	0	0	-20480	Addedby IKEDA
CONFIG_IP_PNP_RARP	Y	N	-4190	-2784	-135168	Added by IKEDA
CONFIG_IDE	Y	N	-175576	-69568	-	mem measurement environment uses IDE as a root device
CONFIG_SCSI	Y	N	-284965	-114720	-315392	



Appendix 2 : default/small config-set (1/3)

CONFIG option	vanilla		tiny		note
	default	small	default	small	
CONFIG_BASE_FULL	Y	N	Y	N	
CONFIG_NET_SMALL	–	–	N	Y	
CONFIG_KMALLOC_ACCOUNTING	–	–	N	N	compilation failure when enabled
CONFIG_AUDIT_BOOTMEM	–	–	N	N	worth for development
CONFIG_MEASURE_INLINES	–	–	N	N	worth for development
CONFIG_PRINTK	Y	N	Y	N	
CONFIG_BUG	Y	N	Y	N	
CONFIG_ELF_CORE	Y	N	Y	N	
CONFIG_PROC_KCORE	Y	N	Y	N	
CONFIG_AIO	–	–	Y	N	
CONFIG_XATTR	–	–	Y	N	see “Tips”
CONFIG_FILE_LOCKING	–	–	Y	N	see “Tips”
CONFIG_DIRECTIO	–	–	–	–	
CONFIG_MAX_SWAPFILES_SHIFT	–	–	5	0	
CONFIG_NR_LDISCS	–	–	16	2	



(cont'd)

CONFIG option	vanilla		tiny		note
	default	small	default	small	
CONFIG_KALLSYMS	Y	N	Y	N	
CONFIG_SHMEM	Y	N	Y	N	
CONFIG_SWAP	Y	N	Y	N	
CONFIG_SYSVIPC	Y	N	Y	N	
CONFIG_POSIX_MQUEUE	Y	N	Y	N	
CONFIG_SYSCTL	Y	N	Y	N	
CONFIG_LOG_BUF_SHIFT	15	12	15	12	see “Tips”
CONFIG_UID16	Y	N	Y	N	
CONFIG_CC_OPTIMIZE_FOR_SIZE	N	Y	N	Y	
CONFIG_MODULES	Y	N	Y	N	
CONFIG_KMOD	Y	(N)	Y	(N)	depends on MODULES
CONFIG_PCI	Y	N	Y	N	
CONFIG_XIP_KERNEL	–	–	–	–	
CONFIG_MAX_RESERVE_AREA	–	–	–	–	
CONFIG_BLK_DEV_LOOP	N	N	N	N	
CONFIG_BLK_DEV_RAM	N	N	N	N	
CONFIG_BLK_DEV_RAM_COUNT	(16)	(2)	(16)	(2)	default 16 if !BLK_DEV_RAM “2” can be set only when CNOFIG_BLK_DEV_RAM=y



(cont'd)

CONFIG option	vanilla		tiny		note
	default	small	default	small	
CONFIG_IOSCHED_AS	Y	N	Y	N	
CONFIG_IOSCHED_DEADLINE	Y	N	Y	N	
CONFIG_IOSCHED_CFQ	Y	N	Y	N	
CONFIG_IP_PNP	N	N	N	N	
CONFIG_IP_PNP_DHCP	N	(N)	N	(N)	depends on IP_PNP_DHCP
CONFIG_IP_PNP_BOOTP	N	(N)	N	(N)	depends on IP_PNP_DHCP
CONFIG_IP_PNP_RARP	N	(N)	N	(N)	depends on IP_PNP_DHCP
CONFIG_IDE	Y	N	Y	N	
CONFIG_SCSI	Y	N	Y	N	
CONFIG_SMP	Y	N	Y	N	



追加検証等を行う際参考になる(かも知れない)情報をメモしておきます。

- **CONFIG_XATTR**

- XATTR=n で EXT3_FS_XATTR=y はコンパイルエラー。
(defconfig では EXT3_FS_XATTR=y)
⇒ fs/Kconfig に EXT3_FS_XATTR depends on XATTR を追加する必要有り。

- **CONFIG_FILE_LOCKING**

- FILE_LOCKING=n で NFSD=y はコンパイルエラー。
(defconfig では NFSD=y)
⇒ fs/Kconfig に NFSD depends on FILE_LOCKING を追加する必要有り。



- **CONFIG_LOG_BUF_SHIFT**

- lib/Kconfig.debug で if DEBUG_KERNEL なので、LOG_BUF_SHIFT を設定するためには DEBUG_KERNEL=y にする必要があります。
この場合、以下のConfig項目は depends on DEBUG_KERNEL/default y なので、カーネルサイズを最小化するためにはこれらを=nに設定しなおす必要があります。
 - DETECT_SOFTLOCKUP
 - DEBUG_PREEMPT
 - DEBUG_MUTEXES
 - FORCED_INLINING

- **CONFIG_PCI**

- ACPI select PCI なので、PCI=n に設定したい場合はあらかじめ ACPI=n としておくこと。

- **CONFIG_PRINTK**

- PRINTK=n の場合は syslogd を起動しないこと。



Thank you !